

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ В ПРОЦЕССАХ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ ДАВЛЕНИЕМ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНО- КИНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Пономарев А. П.

Руководитель – профессор, доктор технических наук Стеблянко В. Л.

ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск,
antonpon@mail.ru

В процессе обработки давлением в материалах накапливаются остаточные напряжения, которые существенно влияют на качество получаемой продукции. Они могут вызывать охрупчивание материала, изменение размеров конечного изделия (поводка, коробление), снижение электродного потенциала металлов, что способствует увеличению скорости коррозии [1]. Например, при получении слоистых композиционных материалов (биметаллов) способом сварки в твёрдой фазе горячей прокаткой вследствие остаточных напряжений, возникающих в разнородных компонентах, может иметь место разрушение связи между слоями. В производстве различных изделий из полимеров методом термоформования остаточные внутренние напряжения могут стать причиной возникновения микротрещин, длительной усадки изделия. Следовательно, в тех случаях, когда нельзя полностью избежать остаточных напряжений, необходимо стремиться к тому, чтобы их уровень не превышал заданного значения.

Важным технологическим фактором процесса обработки давлением является скорость деформации, определяемая степенью деформации и временем технологического цикла. Вместе с тем происходящий в материале процесс пластической аккомодации имеет свою собственную скорость самопроизвольного снижения внутренних напряжений, которая определяется природой и химическим составом обрабатываемого материала.

Естественно, если время технологической обработки (цикла $T_{ц}$) больше времени пластической аккомодации (структурной адаптации $\tau_{стр. ад.}$) материала, то в этом случае будет получена продукция без остаточных напряжений. Однако, если время, необходимое на релаксацию напряжений, больше, чем время технологической обработки, то в материале сохранятся остаточные напряжения, которые станут причиной указанных выше негативных явлений (рисунок 1) [2].

Таким образом, соотношение скоростей деформации и пластической аккомодации является условием того, что процесс завершится либо полностью без остаточных напряжений, либо с остаточными

напряжениями определённого уровня. Отсюда вытекает задача определения такой скорости деформации ($\dot{\epsilon}_{кр.}$), которая позволила бы достичь уровня остаточных напряжений, не превышающего безопасного значения.

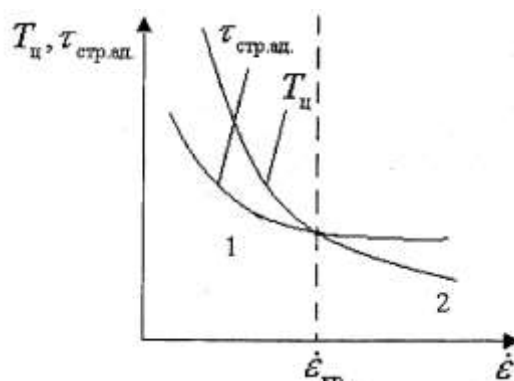


Рисунок 1 – Зависимость времени цикла и времени структурной адаптации от скорости пластической деформации ($\dot{\epsilon}$)

Движущей силой процесса аккомодации являются внутренние напряжения в материале. Повышение интенсивности внутренних напряжений снижает энергию активации процесса пластической аккомодации.

Время аккомодации уменьшается с ростом скорости деформации (рисунок 2).

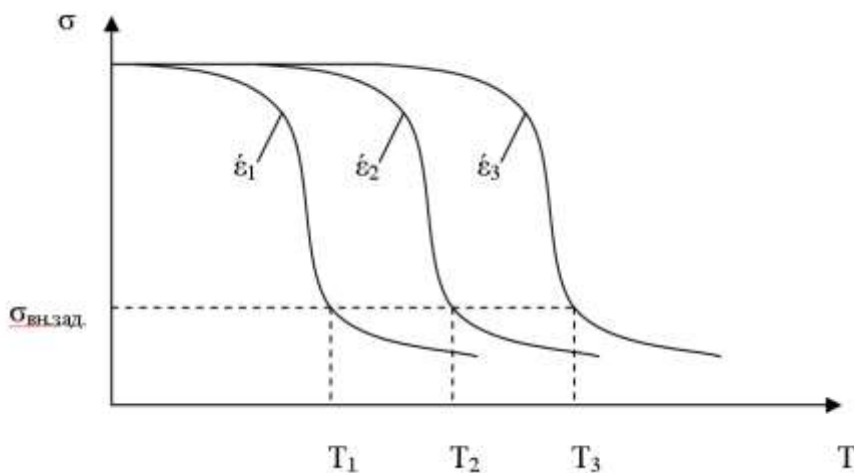


Рисунок 2 – Релаксация внутренних напряжений (σ) во времени (T) при различных скоростях деформации ($\dot{\epsilon}_1 > \dot{\epsilon}_2 > \dot{\epsilon}_3$)

Скорость деформации, обусловленная технологическим режимом обработки, определяется как скоростью прохождения материала через зону обработки (очаг деформации), так и размерами этой зоны. В свою очередь, скорость прохождения материала через очаг деформации определяет производительность агрегата, а параметры очага деформации определяются конструктивными размерами оборудования. Таким образом, и производительность, и конструктивные особенности, и свойства

материала связаны в единое целое, что позволяет для конкретных условий производства комплексно подойти к процессу обработки и оптимизировать его с целью обеспечения требуемого качества готовой продукции при требуемом уровне производительности процесса [3].

Окончательно цель анализа формулируется следующим образом: установление оптимальных значений скоростного и временного режимов технологического процесса для обеспечения требуемой производительности и изготовления бездефектной продукции.

Аналитическое определение времени релаксации материала до напряжений заданного уровня при различных температурах, степенях и скоростях деформации является весьма сложной задачей, так как в настоящее время отсутствует достаточно полная физическая теория процессов релаксации, позволяющая решать подобные задачи. Поэтому наиболее надёжным является экспериментальный метод [4].

Данный подход применим для многих технологических процессов обработки давлением как металлических, так и неметаллических материалов. Он позволяет управлять их механическими свойствами, осуществлять выбор размеров исходной заготовки для получения требуемой конечной продукции при заданном уровне производительности технологического процесса, определять оптимальные режимы обработки материалов при условии обеспечения бездефектности получаемой продукции.

Список литературы

1. Фридман Я.Б. Механические свойства металлов. В 2 ч. Ч. 1. Деформация и разрушение. – М.: Машиностроение, 1974. – 472 с.
2. Стеблянко В.Л., Медяник Н.Л. Структурно-кинетический анализ процессов обработки давлением однородных и неоднородных материалов // Химия. Технология. Качество. Состояние, проблемы и перспективы развития: межвузовский сборник научных трудов. – Магнитогорск: МГТУ, 2005. – С. 35-39.
3. Стеблянко В.Л., Пономарев А.П. Оптимизация технологических процессов обработки материалов давлением на основе структурно-кинетического анализа // Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением: межрегиональный сборник научных трудов. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2009. – С. 265-269.
4. Пономарев А.П. Применение структурно-кинетического анализа для процессов обработки материалов давлением // Молодёжь. Наука. Будущее. Выпуск 9: сборник научных трудов студентов / под ред. С.В. Пыхтуновой. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2009. – С. 10-12.